目 录

第13章 VRRP 配置

VRRP（Virtual Router Redundancy Protocol）是一种容错协议，通过物理设备和逻辑设备分离，实现在多个出口网关之间选路。

下表列出了本章所包含的内容。

如果您需要……	请阅读……
了解 VRRP 的基本原理和概念	简介
创建备份组并配置虚拟 IP 地址、配置接口在备份组中的优先级等基本配置	配置任务：配置 VRRP 基本功能
	配置举例 1：配置主备备份 VRRP 示例
	配置举例 2：配置负载分担 VRRP 示例
监视接口状态、配置备份组的抢占方式、配置 VRRP 报文的相关参数、配置 VRRP 报文认证、配置 VRRP 快速切换等高级功能	配置任务：配置 VRRP 高级功能
	配置举例 1：配置 NAT 和 VRRP 结合示例
	配置举例 2：配置多实例 VRRP 示例
	配置举例 3：配置 VRRP 快速切换功能示例
调试 VRRP	维护
检测和排除 VRRP 的运行故障	故障处理

13.1 简介

本节介绍配置 VRRP 所需要理解的知识，具体包括：

- VRRP 概述
- VRRP 基本原理
- VRRP 工作方式
- VRRP 快速切换
- 参考信息

13.1.1 VRRP 概述

通常情况下，内部网络中的所有主机都设置一条相同的缺省路由，指向出口网关（即图 13-1中的路由器 Router），实现主机与外部网络的通信。当出口网关发生故障时，主机与外部网络的通信就会中断。

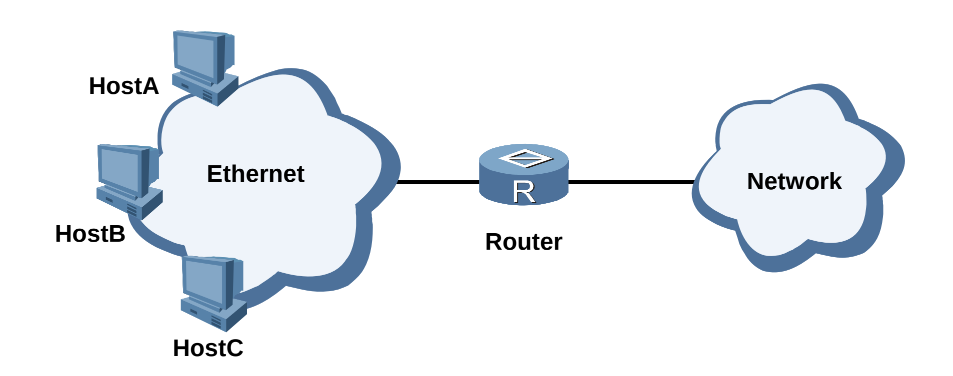


图13-1 局域网缺省网关

配置多个出口网关是提高系统可靠性的常见方法，但需要解决如何在多个出口网关之间进行选路的问题。

VRRP（Virtual Router Redundancy Protocol）是 RFC2338 定义的一种容错协议，通过物理设备和逻辑设备的分离，很好地解决了上述问题。

在具有多播或广播能力的局域网（如以太网）中，VRRP 提供逻辑网关确保高利用度的传输链路，不仅能够解决因某网关设备故障带来的业务中断，而且无需修改路由协议的配置。

13.1.2 VRRP 基本原理

VRRP 将局域网的一组路由器构成一个备份组，相当于一台虚拟路由器。局域网内的主机仅仅知道这个虚拟路由器的 IP 地址，并不知道备份组内具体某台设备的 IP 地址，它们将自己的缺省路由下一跳地址设置为该虚拟路由器的 IP 地址。于是，网络内的主机就通过这个虚拟路由器与其它网络进行通信。

VRRP 将该虚拟路由器动态关联到承担传输业务的物理路由器上，当该物理路由器出现故障时，再次选择新路由器来接替业务传输工作，整个过程对用户完全透明，实现了内部网络和外部网络不间断通信。

虚拟路由器示意图如图 13-2所示。

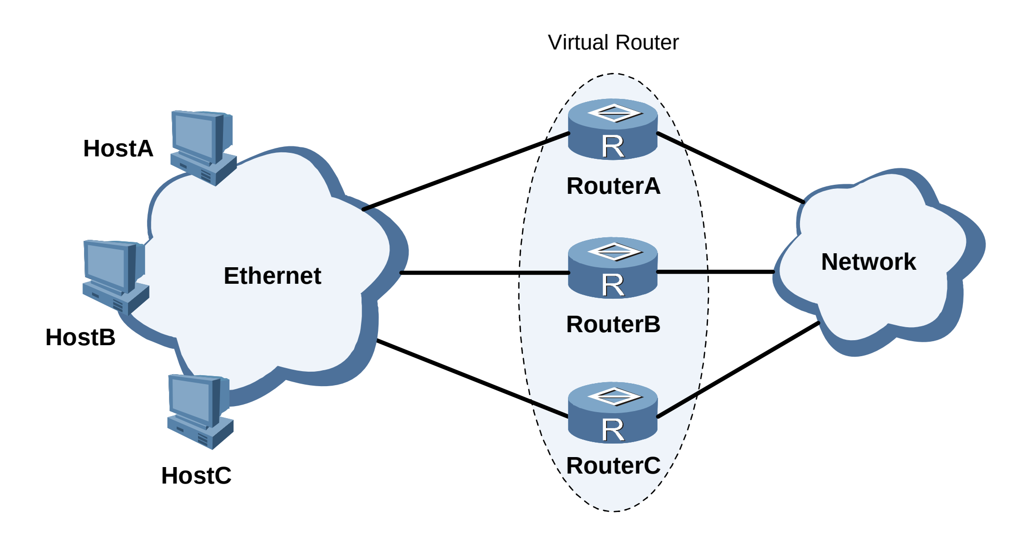


图13-2 虚拟路由器示意图

路由器 RouterA、RouterB 和 RouterC 共同形成一个备份组，相当于一台虚拟路由器，该虚拟路由器和备份组内的各路由器拥有相同网段的 IP 地址。

虚拟路由器的 IP 地址可以取两类值：

- 备份组所在网段中未被分配的 IP 地址。
- 备份组内某个路由器的接口 IP 地址。这种情况下，称该接口所在的路由器为地址拥有者（IP Address Owner）。

13.1.3 VRRP 工作方式

VRRP 有两种工作方式：主备备份、负载分担。下面分别进行介绍。

1. 主备备份

主备备份方式需要建立一个备份组，该备份组包括一个 Master 路由器和若干 Backup 路由器。

- 正常情况下，业务全部由 Master 路由器承担。
- Master 出现故障时，Backup 路由器接替工作。

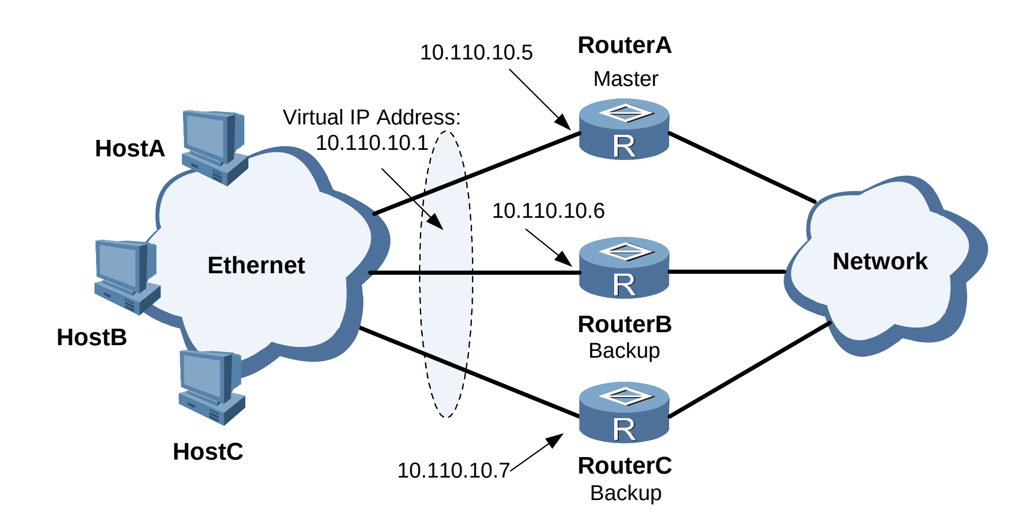


图13-3 主备备份 VRRP

如图 13-3所示。

- 正常情况下，RouterA 是 Master 路由器，承担通讯任务；RouterB 和 RouterC 是备份组内的 Backup 路由器，处于就绪监听状态。
- 如果 RouterA 发生故障，RouterB 和 RouterC 将根据优先级选出一个新的 Master，由新 Master 向网络内的主机提供路由服务。

2. 负载分担

负载分担方式是指多台路由器同时承担业务，因此需要建立两个或更多的备份组。

负载分担方式的备份组具有以下特点。

- 每个备份组都包括一个 Master 路由器和若干 Backup 路由器。
- 各备份组的 Master 路由器可以不同。
- 同一台路由器可以加入多个备份组，在不同备份组中有不同的优先级。

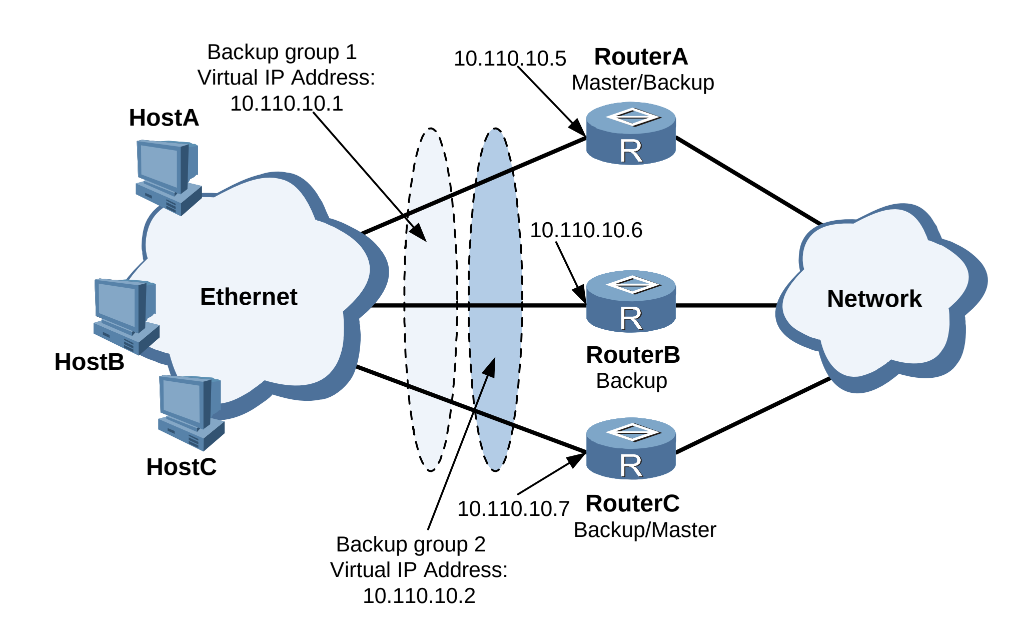


图13-4 负载分担 VRRP

如图 13-4所示。

- 配置两个备份组：组 1 和组 2；
- RouterA 在备份组 1 中作为 Master，在备份组 2 中作为 Backup；
- RouterB 在备份组 1 和 2 中都作为 Backup；
- RouterC 在备份组 2 中作为 Master，在备份组 1 中作为 Backup。

为了实现流量在两个备份组间进行负载分担，各路由器分别传输一半的业务量。在配置优先级时，需要确保两个备份组中各路由器的 VRRP 优先级交叉对应。

13.1.4 VRRP 快速切换

VRP 实现双向转发检测 BFD（Bidirectional Forwarding Detection）机制，能够快速检测、监控网络中链路或者 IP 路由的转发连通状况，通过 BFD 实现快速切换。

对于以下情况，BFD 都能够将检测到的故障通知接口板，从而加快 VRRP 主备倒换的速度。

- 备份组所在的接口出现故障。
- Master 和 Backup 不直接相连。
- Master 和 Backup 直接相连，但存在其他交换机。

BFD 对 Backup 和 Master 之间的实际地址通信情况进行检测，如果通信不正常，Backup 就认为 Master 已经不可用，升级成 Master。

分两种情况：

- 当两台路由器之间的背靠背连接全部断开时，Backup 主动升级成 Master，承载上行流量；
- 当 Master 重新启动、或 Master 与交换机之间的链路断开、或与 Master 相连的交换机重新启动时，Backup 主动升级成 Master，承载上行流量。

VRRP 快速切换的环境要求：

- Backup 上监视的 BFD 接口必须和 Master 相连；
- 在 Master 不可用时，BFD 接口的优先级增加，而不是降低。即需要在配置监视 BFD 接口时，使用 **increased** 关键字。

关于 BFD 的详细信息，请参考“第 12 章 BFD 配置”。

13.1.5 参考信息

如果要更详细了解 VRRP 的原理，请参考以下文档。

- RFC2338：Virtual Router Redundancy Protocol
- RFC2787：Definitions of Managed Objects for the Virtual Router Redundancy Protocol

13.2 配置 VRRP 基本功能

13.2.1 建立配置任务

1. 应用环境

VRRP 的工作方式包括两种：主备备份、负载分担。VRRP 根据备份组的数量、各备份组中路由器的优先级关系来确定采用哪种工作方式。

对于网络中具有相同 VRRP 可靠性需求的用户，为了便于管理，并避免用户侧缺省网关地址随 VRRP 配置而改变，可以为同一个备份组配置多个虚拟 IP 地址，不同的虚拟 IP 地址为不同用户群服务。

说明：

支持 VRRP 功能的接口包括 Ethernet、Fast Ethernet、Gigabit Ethernet 和 VLANIF。

---

2. 前置任务

在配置 VRRP 基本功能之前，需完成以下任务：

- 配置接口物理参数
- 配置接口的链路属性
- 配置接口的 IP 地址
- 配置通过主/备接口到目的网段的静态路由

3. 数据准备

在配置 VRRP 基本功能之前，需准备以下数据：

序号	数据
1	虚拟 IP 地址
2	VRRP 备份组中各路由器的优先级

4. 配置任务

序号	任务
1	创建备份组并配置虚拟 IP 地址
2	配置接口在备份组中的优先级
3	检查配置结果

13.2.2 创建备份组并配置虚拟 IP 地址

步骤	操作	命令
1	进入系统视图	**system-view**
2	进入接口视图	**interface** *interface-type interface-number*
3	创建备份组并配置虚拟 IP 地址	**vrrp vrid** *virtual-router-ID* **virtual-ip** *virtual-address*

当指定第一个 IP 地址到 VRRP 备份组时，系统会创建这个备份组。以后再指定虚拟 IP 地址到这个备份组时，系统将这个地址添加到备份组的虚拟 IP 地址列表中。

每个备份组最多可配置 16 个虚拟 IP 地址。

每个接口上最多可以配置的备份组个数与具体产品相关：

- 对于 NE16E/08E/05 路由器，每个接口上最多可以配置 14 个备份组。
- 对于 NE20/20E、NE40、NE80、NE40E、NE80E、NE5000E 路由器，每个接口上最多可以配置 255 个备份组。

13.2.3 配置接口在备份组中的优先级

步骤	操作	命令
1	进入系统视图	**system-view**
2	进入接口视图	**interface** *interface-type interface-number*
3	配置路由器在备份组中的优先级	**vrrp vrid** *virtual-router-ID* **priority** *priority-value*

缺省情况下，优先级的取值是 100。

优先级 0 是系统保留作为特殊用途的，优先级值 255 保留给 IP 地址拥有者，并且，IP 地址拥有者的优先级不可配置。可通过命令配置的优先级取值范围是 1～254。

VRRP 根据优先级来确定备份组中每台路由器的地位。

- 主备备份方式：仅有一个备份组，不同路由器在该备份组中拥有不同优先级，Master 发生故障时，优先级最高的 Backup 路由器将成为 Master。
- 负载分担方式：有两个或更多的备份组，各路由器在不同备份组中拥有不同的优先级。

13.2.4 检查配置结果

步骤	操作	命令
1	查看 VRRP 的状态信息	**display vrrp** [**interface** *interface-type interface-number* [*virtual-router-ID*]]

13.3 配置 VRRP 高级功能

13.3.1 建立配置任务

1. 应用环境

VRRP 高级功能都为可选配置，根据组网和应用需求进行配置。

2. 前置任务

在配置 VRRP 高级功能之前，需完成以下任务：

- 配置接口物理参数
- 配置接口的链路属性

- 配置接口的 IP 地址
- 配置通过主/备接口到目的网段的静态路由
- 配置 VRRP 基本功能
- 如果在 super-VLAN 中应用 VRRP，需要先创建 super-VLAN。super-VLAN 的配置请参考《通用路由平台 VRP 操作手册 接入分册》“第 8 章 VLAN 配置”

3. 数据准备

在配置 VRRP 高级功能之前，需准备以下数据：

序号	数据
1	需要监视的接口或 BFD Session ID
2	备份组的抢占方式
3	发送 VRRP 报文的间隔时间
4	super-VLAN 的 VLAN ID；需要接收 VRRP 宣告报文的 sub-VLAN 的 VLAN ID
5	VRRP 报文认证方式
6	VRRP 报文的 TTL

4. 配置任务

序号	任务
1	监视接口或 BFD 会话状态
2	配置备份组的抢占方式
3	配置 VRRP 报文的相关参数
4	配置 VLAN 聚合的 VRRP 宣告报文发送方式
5	配置 VRRP 报文认证
6	使能虚拟地址可达性测试开关
7	检查配置结果

13.3.2 监视接口或 BFD 会话状态

步骤	操作	命令
1	进入系统视图	**system-view**
2	进入接口视图	**interface** *interface-type interface-number*

步骤	操作	命令
3	监视指定接口或 BFD Session 的状态	**vrrp vrid** *virtual-router-ID* **track** { **bfd-session** *bfd-session-id* | **interface** *interface-type interface-number* } [**increased** *value-increased* | **reduced** *value-reduced*]

通常，在设备出现故障时或承担业务的接口出现故障时，VRRP 提供路由备份功能。

VRRP 可以对接口或 BFD session 的状态进行监视。

通过监视指定接口的状态，可以在路由器其它接口不可用时进行备份，在 NAT 应用中需要配置该特性。

通过监视 BFD session，可以实现 VRRP 快速切换。

缺省情况下，当被监视的接口或 BFD session 变为 Down 时，优先级的数值降低 10。

说明：

一台路由器上最多可以配置监视 8 个接口。并且，当路由器为 IP 地址拥有者时，不允许对其配置监视接口。

13.3.3 配置备份组的抢占方式

步骤	操作	命令
1	进入系统视图	**system-view**
2	进入接口视图	**interface** *interface-type interface-number*
3	配置备份组采用抢占方式	**undo vrrp vrid** *virtual-router-id* **preempt-mode**
4	配置备份组的抢占延时	**vrrp vrid** *virtual-router-id* **preempt-mode timer delay** *delay-value*

在非抢占方式下，一旦备份组中的某台路由器成为 Master，只要它没有出现故障，其它路由器即使随后被配置更高的优先级也不会成为 Master。

如果设置为抢占方式，路由器一旦发现自己的优先级比当前的 Master 高，就会成为 Master；原来的 Master 变成 Backup。

缺省情况下，采用抢占方式，延迟时间为 0，即立即抢占。

说明：

如果希望采用非抢占方式，请在接口视图下执行命令 **vrrp vrid** *virtual-router-id* **preempt-mode disable**。

13.3.4 配置 VRRP 报文的相关参数

步骤	操作	命令
1	进入系统视图	**system-view**
2	配置 Master 发送免费 ARP 报文的超时时间	**vrrp gratuitous-arp timeout** *time*
3	进入接口视图	**interface** *interface-type interface-number*
4	配置发送 VRRP 宣告报文的间隔时间	**vrrp vrid** *virtual-router-id* **timer advertise** *advertise-interval*
5	禁止检测 VRRP 报文的 TTL	**vrrp un-check ttl**

缺省情况下，Master 每隔 300 秒（5 分钟）发送一次免费 ARP 报文。如果不需要发送免费 ARP 报文，请在系统视图下执行 **vrrp gratuitous-arp timeout disable** 命令。

Master 路由器每隔一定时间向组内其他 Backup 路由器发送 VRRP 宣告报文，通知自己工作正常。如果 Backup 路由器定时器超时后仍未收到 VRRP 宣告报文，则优先级最高的 Backup 自动变成 Master。

缺省情况下，发送 VRRP 宣告报文的时间是 1 秒。在存在多个备份组的情况下，采用缺省值 1 秒可能不合适，需要增大。

按照 RFC 2338，系统对收到的 VRRP 报文的 TTL 值进行检测，如果这个值不等于 255，报文将被丢弃。

13.3.5 配置 VLAN 聚合的 VRRP 宣告报文发送方式

步骤	操作	命令
1	进入系统视图	**system-view**
2	配置super-VLAN对应的VLAN接口	**interface vlanif** *vlan-id*
3	配置 VRRP 宣告报文发送方式	**vrrp advertise send-mode** { *sub-vlan-id* | **all** }

缺省情况下，super-VLAN 不向自己的 sub-VLAN 发送 VRRP 宣告报文。

13.3.6 配置 VRRP 报文认证

步骤	操作	命令
1	进入系统视图	**system-view**
2	进入接口视图	**interface** *interface-type interface-number*

步骤	操作	命令
3	配置 VRRP 报文认证方式	**vrrp authentication-mode simple** *key*

在一个安全的网络中，可以采用缺省设置：路由器对要发送的 VRRP 报文不进行任何认证处理，收到 VRRP 报文的路由器也不进行任何认证，认为收到的都是真实的、合法的 VRRP 报文。这种情况下，不需要设置认证字。

在有可能受到安全威胁的网络中，VRRP 提供简单字符认证，可以设置长度为 1～8 的认证字。

Simple 认证方式的工作过程主要包括：

(1) 发送方路由器将认证字填入到 VRRP 报文中。
(2) 接收方将收到的 VRRP 报文中的认证字与本地配置的认证字比较。如果相同，认为是真实的、合法的 VRRP 报文；如果不同，则认为是非法报文，丢弃，并会向网管发送陷阱（Trap）报文。

13.3.7 使能虚拟地址可达性测试开关

步骤	操作	命令
1	进入系统视图	**system-ivew**
2	使能虚拟地址可达性测试开关	**vrrp virtual-ip ping enable**

VRP 支持对虚拟 IP 地址的 Ping 功能，可用于：

- 检测备份组中的 Master 设备是否起作用。
- 检测是否能通过使用某虚拟 IP 地址的默认网关来与外部通信。

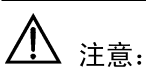
缺省情况下，该功能是打开的，Master 设备能响应对本备份组虚拟 IP 地址的 Ping 报文。

13.3.8 检查配置结果

步骤	操作	命令
1	查看 VRRP 的状态信息	**display vrrp** [**interface** *interface-type interface-number* [*virtual-router-ID*]]

13.4 维护

在出现 VRRP 运行故障时，请在用户视图下执行下面的 **debugging** 命令对 VRRP 进行调试，查看调试信息，并定位故障的原因。


注意：

打开调试开关将影响系统的性能。调试完毕后，应及时执行 **undo debugging all** 命令关闭调试开关。

操作	命令
打开 VRRP 报文调试开关	**debugging vrrp packet** [**vrid** *virtual-router-ID*]
打开 VRRP 状态调试开关	**debugging vrrp state** [**vrid** *virtual-router-ID*]
打开 VRRP 定时器调试开关	**debugging vrrp timer** [**vrid** *virtual-router-ID*]

13.5 配置举例

本节包含如下例子：

- 配置主备备份 VRRP 示例
- 配置负载分担 VRRP 示例
- 配置 NAT 和 VRRP 结合示例
- 配置多实例 VRRP 示例
- 配置 VRRP 快速切换功能示例

13.5.1 配置主备备份 VRRP 示例

1. 组网需求

如图 13-5所示。主机 HostA 通过缺省网关访问主机 HostB。

需求如下：

- RouterA 和 RouterB 组成 VRRP 备份组，作为 HostA 的缺省网关。
- 正常情况下，RouterA 承担网关工作；当 RouterA 出现故障时，RouterB 接替执行网关工作。
- RouterA 恢复后，能在 20 秒内抢占成为 Master。

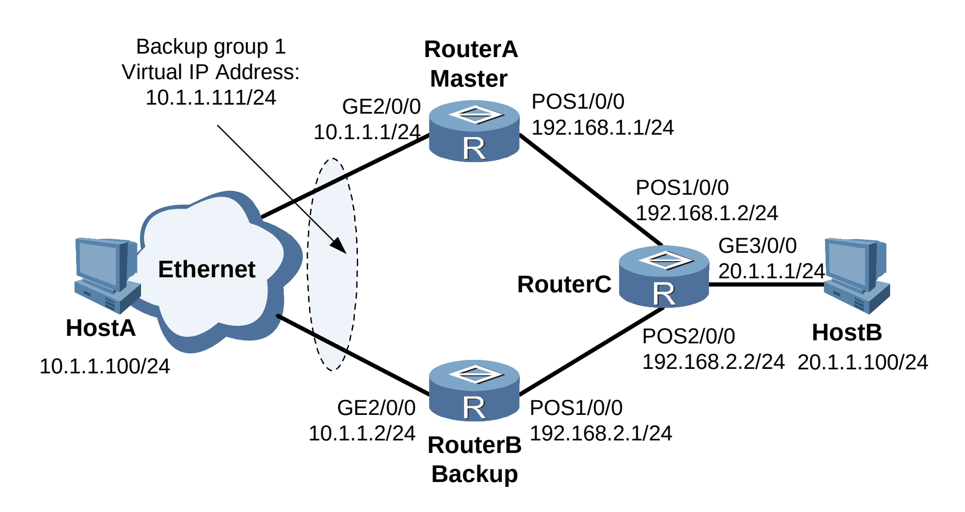


图13-5 主备备份 VRRP 组网图

2. 配置思路

采用如下思路配置主备备份 VRRP：

(1) 在 RouterA 的 GE2/0/0 接口下创建备份组 1，并配置 RouterA 在该备分组中具有高优先级，确保 RouterA 为 Master，配置抢占方式。

(2) 在 RouterB 的 GE2/0/0 接口下创建备份组 1，使用缺省优先级。

3. 数据准备

数据规划如下：

- VRRP 备份组组号、虚拟 IP 地址
- 路由器在备份组中的优先级
- 抢占方式

4. 配置步骤

(1) 配置设备之间的网络互连

设置主机 HostA 的缺省网关为 10.1.1.111。

在 RouterA、RouterB、RouterC 路由器之间采用 OSPF 协议进行互连。

(2) 配置 VRRP

在 RouterA 上，配置接口 IP 地址，创建备份组 1，并配置 RouterA 在该备份组中的优先级为 120（作为 Master）。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] ip address 10.1.1.1 24
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
```

```
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 1 priority 120
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 1 preempt-mode timer delay 20
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

在 RouterB 上，配置接口 IP 地址，创建备份组 1，并配置 RouterB 在该备份组中的优先级为缺省值（作为 Backup）。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] ip address 10.1.1.2 24
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

(3) 检验配置效果

- 验证 VRRP 备份组能够正常提供网关功能

完成以上配置后，在主机 HostA 上能够 Ping 通 HostB，在 RouterA 上执行 **display vrrp** 命令可以看到 RouterA 的状态是 Master，在 RouterB 上执行 **display vrrp** 命令可以看到 RouterB 的状态是 Backup，如下所示。

```
<RouterA> display vrrp
  GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 1
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.111
    PriorityRun : 120
    PriorityConfig : 120
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 20
    Timer : 1
    Auth Type : NONE
<RouterB> display vrrp
  GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 1
    state : Backup
    Virtual IP : 10.1.1.111
    PriorityRun : 100
    PriorityConfig : 100
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
    Auth Type : NONE
```

在 RouterA 和 RouterB 上执行 **display ip routing-table** 命令，RouterA 上可以看到路由表中有一条目的地址为虚拟 IP 地址的直连路由，而 RouterB 上该路由为 OSPF 路由。RouterA 和 RouterB 上的显示信息如下。

```
<RouterA> display ip routing-table
Routing Tables: Public
```

```
         Destinations : 10       Routes : 11
Destination/Mask     Proto  Pre  Cost    NextHop        Interface
       10.1.1.0/24  Direct  0    0      10.1.1.1       GigabitEthernet2/0/0
       10.1.1.1/32  Direct  0    0       127.0.0.1     InLoopBack0
     10.1.1.111/32  Direct  0    0       127.0.0.1     InLoopBack0
       20.1.1.0/24  OSPF    10   1       192.168.1.2   Pos1/0/0
      127.0.0.0/8   Direct  0    0       127.0.0.1     InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct  0    0       127.0.0.1     InLoopBack0
    192.168.1.0/24  Direct  0    0       192.168.1.1   Pos1/0/0
    192.168.1.1/32  Direct  0    0       127.0.0.1     InLoopBack0
    192.168.1.2/32  Direct  0    0       192.168.1.2   Pos1/0/0
    192.168.2.0/24  OSPF    10   2       10.1.1.2      GigabitEthernet2/0/0
                    OSPF    10   2       192.168.1.2   Pos1/0/0
<RouterB> display ip routing-table
Routing Tables: Public
         Destinations : 10       Routes : 11
Destination/Mask     Proto  Pre  Cost        NextHop         Interface
       10.1.1.0/24  Direct 0    0           10.1.1.2    GigabitEthernet2/0/0
       10.1.1.2/32  Direct 0    0           127.0.0.1       InLoopBack0
     10.1.1.111/32  OSPF   10   2           10.1.1.1    GigabitEthernet2/0/0
       20.1.1.0/24  OSPF   10   1           192.168.2.2     Pos1/0/0
      127.0.0.0/8   Direct 0    0           127.0.0.1       InLoopBack0
      127.0.0.1/32  Direct 0    0           127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.1.0/24  OSPF   10   2           10.1.1.1    GigabitEthernet2/0/0
                    OSPF   10   2           192.168.2.2     Pos1/0/0
    192.168.2.0/24  Direct 0    0           192.168.2.1     Pos1/0/0
    192.168.2.1/32  Direct 0    0           127.0.0.1       InLoopBack0
    192.168.2.2/32  Direct 0    0           192.168.2.2     Pos1/0/0
```

- 验证 RouterA 故障时 RouterB 能够成为 Master

对 RouterA 的 GE2/0/0 接口执行 **shutdown** 命令，模拟 RouterA 出现故障。

在 RouterB 上使用 **display vrrp** 命令查看 VRRP 状态信息，应能够看到 RouterB 的状态是 Master，如下。

```
<RouterB> display vrrp
GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 1
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.111
    PriorityRun : 100
    PriorityConfig : 100
    MasterPriority : 100
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
```

```
    Auth Type : NONE
```

- 验证 RouterA 恢复后能够抢占

对 RouterA 的 GE2/0/0 接口执行 **undo shutdown** 命令，GE2/0/0 接口恢复 UP 状态后，等待 20 秒，在 RouterA 上使用 **display vrrp** 命令查看 VRRP 状态信息，应能够看到 RouterA 的状态恢复成 Master。

5. 配置文件

(1) RouterA 的配置文件

```
#
 sysname RouterA
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
 vrrp vrid 1 priority 120
vrrp vrid 1 preempt-mode timer delay 20
#
interface Pos1/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

(2) RouterB 的配置文件

```
#
 sysname RouterB
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
#
interface Pos1/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
```

```
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

(3) RouterC 的配置文件

```
#
 sysname RouterC
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Pos1/0/0
 link-protocol ppp
 clock master
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Pos2/0/0
 link-protocol ppp
 clock master
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

13.5.2 配置负载分担 VRRP 示例

1. 组网需求

如图 13-6所示。

- RouterA 作为备份组 1 的 Master，兼任备份组 2 的 Backup。
- RouterB 作为备份组 2 的 Master，兼任备份组 1 的 Backup。
- 内部网络中的 HostA 使用备份组 1 作网关，HostC 主机使用备份组 2 作为网关，达到分担数据流而又相互备份的目的。

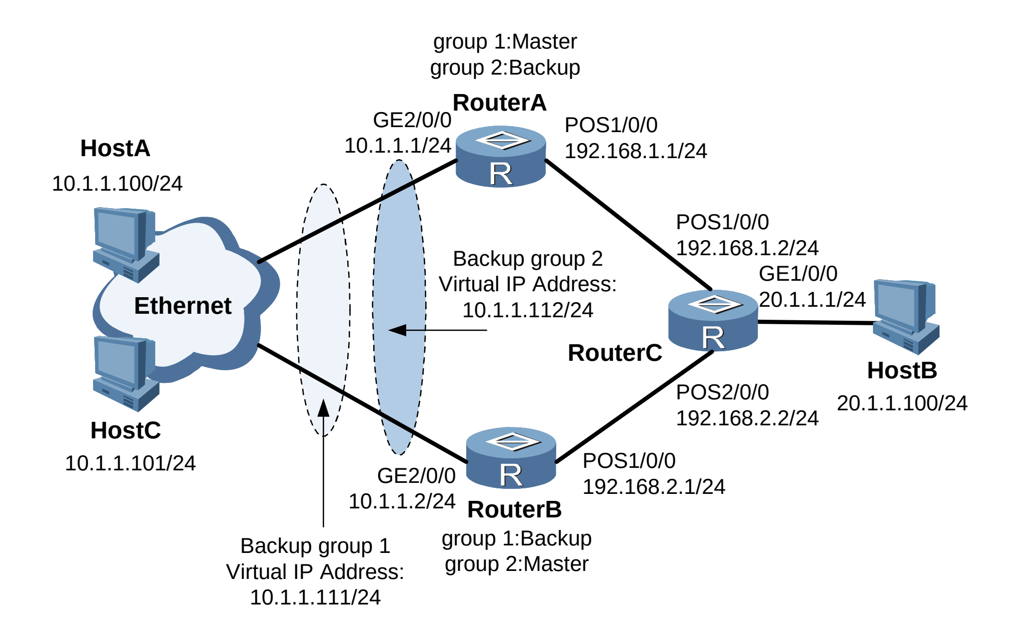


图13-6 负载分担 VRRP 组网图

2. 配置思路

采用如下思路配置负载分担 VRRP：

(1) 在 RouterA 的 GE2/0/0 接口下创建 2 个备份组，RouterA 在备份组 1 中作为 Master，在备份组 2 中作为 Backup。

(2) 在 RouterB 的 GE2/0/0 接口下创建 2 个备份组，RouterB 在备份组 1 中作为 Backup，在备份组 2 中作为 Master。

3. 数据准备

- VRRP 备份组组号、虚拟 IP 地址
- 路由器在备份组中的优先级

4. 配置步骤

(1) 配置设备之间的网络互连

配置主机 HostA 的缺省网关为 10.1.1.111，配置主机 HostC 的缺省网关为 10.1.1.112。

配置 RouterA、RouterB、RouterC 路由器之间运行 OSPF。

(2) 配置 VRRP

在 RouterA 上配置接口 GE2/0/0，创建备份组 1，并配置 RouterA 在备份组 1 中的优先级为 120（作为 Master）。创建备份组 2，并配置 RouterA 在备份组 2 中的优先级为缺省值 100（作为 Backup）。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] ip address 10.1.1.1 24
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 1 priority 120
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

在 RouterB 上配置接口 GE2/0/0，创建备份组 1，并配置 RouterB 在备份组 1 中的优先级为缺省值 100（作为 Backup）。创建备份组 2，并配置 RouterB 在备份组 2 中的优先级为 120（作为 Master）。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] ip address 10.1.1.2 24
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 priority 120
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

(3) 检验配置效果

完成以上配置后，网络中 HostA、HostC 主机分别能够 Ping 通 HostB。

在 HostA 和 HostC 上分别对 HostB 的地址进行 **tracert** 测试，可以看到 HostA 经过 RouterA 和 RouterC 到达 HostB，而 HostC 经过 RouterB 和 RouterC 到达 HostB。即，RouterA 和 RouterB 对内部网络来的流量进行负载分担。

在 RouterA 上执行 **display vrrp** 命令，可以看到 RouterA 分别作为备份组 1 的 Master 和备份组 2 的 Backup。

```
<RouterA> display vrrp
  GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 1
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.111
    PriorityRun : 120
    PriorityConfig : 120
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
    Auth Type : NONE

   GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 2
    state : Backup
    Virtual IP : 10.1.1.112
    PriorityRun : 100
    PriorityConfig : 100
```

```
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
    Auth Type : NONE
```

5. 配置文件

(1) RouterA 的配置文件

```
#
 sysname RouterA
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
 vrrp vrid 1 priority 120
 vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
#
interface Pos1/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

(2) RouterB 的配置文件

```
#
 sysname RouterB
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
 vrrp vrid 2 virtual-ip 10.1.1.112
 vrrp vrid 2 priority 120
#
interface Pos1/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
```

```
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

(3) RouterC 的配置文件

```
#
 sysname RouterC
#
interface GigabitEthernet3/0/0
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
#
interface Pos1/0/0
 link-protocol ppp
 clock master
 ip address 192.168.1.2 255.255.255.0
#
interface Pos2/0/0
 link-protocol ppp
 clock master
 ip address 192.168.2.2 255.255.255.0
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 20.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

13.5.3 配置 NAT 和 VRRP 结合示例

1. 组网需求

如图 13-7所示。RouterA 和 RouterB 两侧分别连接内部网络和外部网络，在连接外部网络的接口上启动 NAT 功能，隐藏内部网络信息。

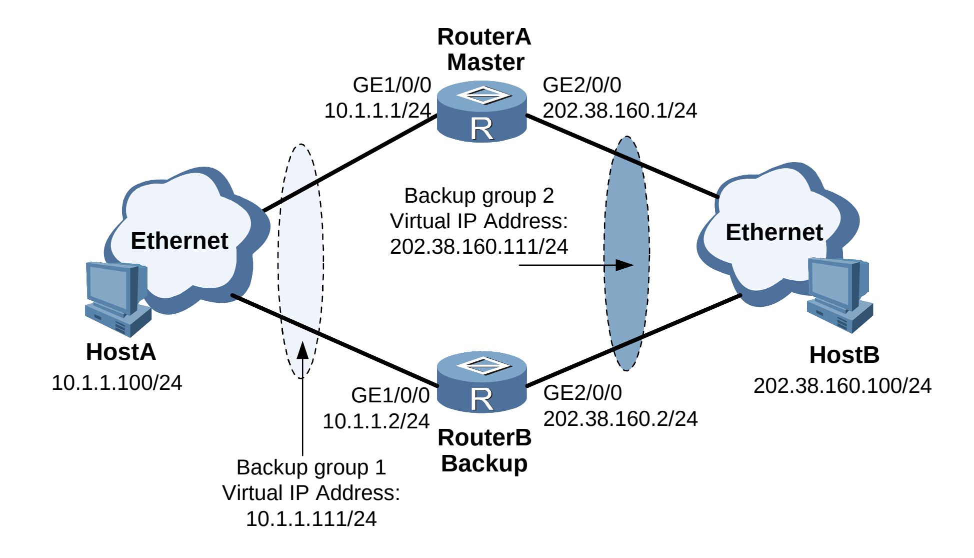


图13-7 NAT 应用中的 VRRP 组网图

信息流经过 NAT 转换时，RouterA 或 RouterB 上创建转换表项，只有匹配转换表项的返回流才能正常返回。

利用多备份组、监视指定接口状态机制实现 VRRP 状态一致性，使信息正常穿越 NAT。

2. 配置思路

采用如下思路配置 VRRP 与 NAT 的结合：

(1) RouterA 作为 Master，RouterB 做 Backup。正常情况下，RouterA 承担网关工作。

(2) 在 RouterA 和 RouterB 路由器的内侧和外侧接口上分别配置 VRRP 备份组，并监视另一侧接口状态，实现同一路由器上内侧与外侧的 VRRP 备份组状态一致，即该路由器在两个备份组中同为 Master 或同为 Backup。

3. 数据准备

- VRRP 备份组组号、虚拟 IP 地址
- 路由器在备份组中的优先级

4. 配置步骤

(1) 配置设备之间的网络互连

配置主机 HostA 的缺省网关为 10.1.1.111，配置主机 HostB 的缺省网关为 202.38.160.111。

配置 RouterA、RouterB 之间运行 OSPF。

(2) 配置 VRRP

在 RouterA 配置内网侧接口 GE1/0/0，创建备份组 1，RouterA 在备份组 1 中的优先级为 120（作为 Master），并监测外网侧接口 GE2/0/0。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] interface gigabitethernet 1/0/0
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] ip address 10.1.1.1 24
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] vrrp vrid 1 priority 120
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] vrrp vrid 1 track interface gigabitethernet
2/0/0 reduced 30
[RouterA-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

在 RouterA 配置外网侧接口 GE2/0/0，创建备份组 2，RouterA 在备份组 2 中的优先级为 120（作为 Master），并监测内网侧接口 GE1/0/0。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] ip address 202.38.160.1 24
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 virtual-ip 202.38.160.111
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 priority 120
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 track interface gigabitethernet
1/0/0 reduced 30
```

在 RouterB 配置内网侧接口 GE1/0/0，创建备份组 1，RouterB 在备份组 1 中的优先级为缺省值（作为 Backup），并监测外网侧接口 GE2/0/0。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] interface gigabitethernet 1/0/0
[RouterB-GigabitEthernet1/0/0] ip address 10.1.1.2 24
[RouterB-GigabitEthernet1/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[RouterB-GigabitEthernet1/0/0] vrrp vrid 1 track interface gigabitethernet
2/0/0 reduced 30
[RouterB-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

在 RouterB 配置外网侧接口 GE2/0/0，创建备份组 2，RouterB 在备份组 2 中的优先级为缺省值（作为 Backup），并监测内网侧接口 GE1/0/0。

```
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] ip address 202.38.160.2 24
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 virtual-ip 202.38.160.111
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 track interface gigabitethernet
1/0/0 reduced 30
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

配置完成后，HostA 和 HostB 能够互相 Ping 通。

在 RouterA 和 RouterB 上执行 **display vrrp** 命令，可以看到 RouterA 在备份组 1 和备份组 2 中都是 Master，RouterB 都是 Backup。

```
[RouterA] display vrrp
  GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 2
    state : Master
    Virtual IP : 202.38.160.111
    PriorityRun : 120
    PriorityConfig : 120
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
    Auth Type : NONE
    Track IF : GigabitEthernet1/0/0   Priority reduced : 30
    IF State : UP

  GigabitEthernet1/0/0 | Virtual Router 1
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.111
    PriorityRun : 120
    PriorityConfig : 120
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
    Auth Type : NONE
    Track IF : GigabitEthernet2/0/0   Priority reduced : 30
    IF State : UP
[RouterB] display vrrp
  GigabitEthernet1/0/0 | Virtual Router 1
    state : Backup
    Virtual IP : 10.1.1.111
    PriorityRun : 100
    PriorityConfig : 100
    MasterPriority : 120
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
    Auth Type : NONE
    Track IF : GigabitEthernet2/0/0   Priority reduced : 30
    IF State : UP

  GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 2
    state : Backup
    Virtual IP : 202.38.160.111
    PriorityRun : 100
    PriorityConfig : 100
    MasterPriority : 120
```

```
Preempt : YES   Delay Time : 0
Timer : 1
Auth Type : NONE
Track IF : GigabitEthernet1/0/0   Priority reduced : 30
IF State : UP
```

(3) 配置 NAT

在 RouterA 的外网侧配置 NAT，对于 10.1.1.0/24 网段发来的报文，转换成 GE2/0/0 接口的 IP 地址。

```
[RouterA] acl number 2000
[RouterA-acl-basic-2000] rule permit source 10.1.1.0 0.0.0.255
[RouterA-acl-basic-2000] quit
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] nat outbound 2000
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

在 RouterB 的外网侧配置 NAT，对于 10.1.1.0/24 网段发来的报文，转换成 GE2/0/0 接口的 IP 地址。

```
[RouterB] acl number 2000
[RouterB-acl-basic-2000] rule permit source 10.1.1.0 0.0.0.255
[RouterB-acl-basic-2000] quit
[RouterB] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] nat outbound 2000
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

配置完成后，HostA 能够 Ping 通 HostB，但 HostB 不能 Ping 通 HostA。

5. 配置文件

(1) RouterA 的配置文件

```
#
 sysname RouterA
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 10.1.1.0 0.0.0.255
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
 vrrp vrid 1 priority 120
 vrrp vrid 1 track interface GigabitEthernet2/0/0 reduced 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 ip address 202.38.160.1 255.255.255.0
```

```
 nat outbound 2000
 vrrp vrid 2 virtual-ip 202.38.160.111
 vrrp vrid 2 priority 120
 vrrp vrid 2 track interface GigabitEthernet1/0/0 reduced 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
  network 202.38.160.0 0.0.0.255
#
return
```

(2) RouterB 的配置文件

```
#
 sysname RouterB
#
acl number 2000
 rule 5 permit source 10.1.1.0 0.0.0.255
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
 vrrp vrid 1 track interface GigabitEthernet2/0/0 reduced 30
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 ip address 202.38.160.2 255.255.255.0
 nat outbound 2000
 vrrp vrid 2 virtual-ip 202.38.160.111
 vrrp vrid 2 track interface GigabitEthernet1/0/0 reduced 30
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 202.38.160.0 0.0.0.255
  network 10.1.1.0 0.0.0.255
#
return
```

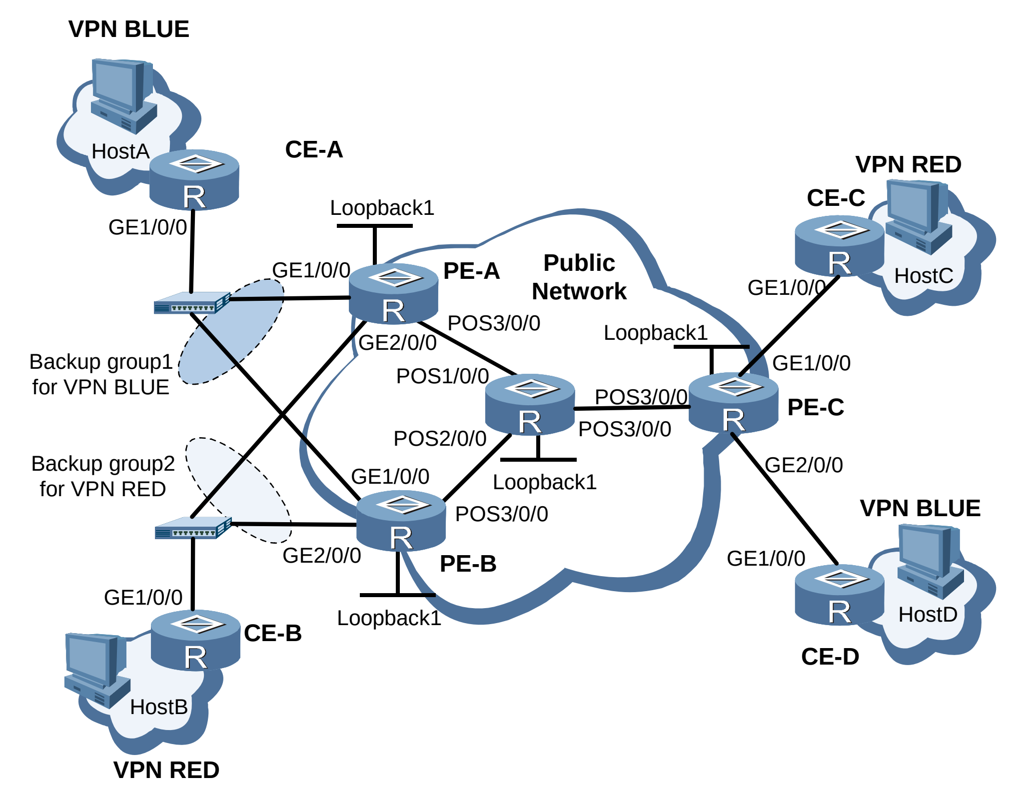
13.5.4 配置多实例 VRRP 示例

1. 组网需求

如图 13-8所示，存在两个 VPN 网络 VPN RED 和 VPN BLUE，并已经按照表 13-1要求进行了 MPLS 和 VRRP 基本配置。

表13-1 多实例 VRRP 的组网需求

项目	组网需求
备份组需求	● RouterA 和 RouterB 组成备份组 1 和备份组 2。RouterA 做 Master，RouterB 做 Backup。 ● CE-A 以 VRRP 备份组 1 的虚拟 IP 地址为自己的缺省网关。 ● CE-B 以 VRRP 备份组 2 的虚拟 IP 地址为自己的缺省网关。
CE 所属的 VPN 实例	● CE-A、CE-D 属于 VPN-BLUE 实例。 ● CE-B、CE-C 属于 VPN-RED 实例。
PE 上的接口所属 VPN 实例	● PE-A 上的 GE1/0/0 接口属于 VPN-BLUE 实例； GE2/0/0 接口属于 VPN-RED 实例。 ● PE-B 上的 GE1/0/0 接口属于 VPN-BLUE 实例； GE2/0/0 接口属于 VPN-RED 实例。 ● PE-C 上的 GE1/0/0 接口属于 VPN-RED 实例； GE2/0/0 接口属于 VPN-BLUE 实例。
路由协议和 MPLS	● 在公网上配置 OSPF，启动 MPLS 转发。 ● 在 CE-A、CE-B 上配置缺省路由，和 PE-A、PE-B 交换 VPN 路由。 ● 在 PE-A、PE-B、PE-C 之间建立 BGP Peer 传递 VPN 路由。



Router	接口	IP 地址	所属实例
P	POS1/0/0	192.168.1.2/24	-
	POS2/0/0	192.168.2.2/24	-
	POS3/0/0	192.168.3.2/24	-
	Loopback1	4.4.4.4/32	-
PE-A	GE1/0/0	10.1.1.1/24	VPN-BLUE
	GE2/0/0	20.1.1.1/24	VPN-RED
	POS3/0/0	192.168.1.1/24	-
	Loopback1	1.1.1.1/32	-
PE-B	GE1/0/0	10.1.1.2/24	VPN-BLUE
	GE2/0/0	20.1.1.2/24	VPN-RED
	POS3/0/0	192.168.2.1/24	-
	Loopback1	2.2.2.2/32	-
PE-C	GE1/0/0	10.2.1.1/24	VPN-RED
	GE2/0/0	20.2.1.1/24	VPN-BLUE
	POS3/0/0	192.168.3.1/24	-
	Loopback1	3.3.3.3/32	-
CE-A	GE1/0/0	10.1.1.100/24	-
CE-B	GE1/0/0	20.1.1.100/24	-
CE-C	GE1/0/0	20.2.1.100/24	-
CE-D	GE1/0/0	10.2.1.100/24	-

图13-8 多实例 VRRP 组网图

2. 配置思路

采用如下思路配置 VRRP 多实例：

(1) 在 PE-A 和 PE-B 上配置备份组 1 和备份组 2。

(2) 备份组 1 中 PE-A 为 Master，PE-B 为 Backup；备份组 2 中 PE-A 为 Backup，PE-B 为 Master。PE-A 和 PE-B 实现负载分担并互为备份。

3. 数据准备

- VRRP 备份组组号、虚拟 IP 地址
- 路由器在备份组中的优先级

4. 配置步骤

(1) 在各 PE 间、PE 和 P 之间，配置 OSPF 路由协议，实现骨干网互通（略）。

(2) 在 MPLS 骨干网上配置 MPLS 基本能力和 MPLS LDP，建立 LDP LSP（略）。

(3) 在各 PE 路由器上配置 VPN 实例，将 CE 接入 PE（略）。

(4) 在各 PE 之间建立 iBGP 对等体连接（略）。

(5) 在 CE-A 和 CE-B 上配置缺省路由（略）。

步骤 1～步骤 5 中的配置，请参见《通用路由平台 VRP 操作手册 VPN 分册》中“BGP/MPLS IP VPN 配置”章节的描述，也可以参见本例的配置文件。

(6) 在 PE-A 和 PE-B 上配置多实例 VRRP

在 PE-A 路由器上，将接口 GE1/0/0 绑定到 VPN 实例 BLUE，并创建备份组 1，配置 PE-A 在备份组 1 中的优先级为 120（作为 Master）。

```
<PE-A> system-view
[PE-A] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-A-GigabitEthernet1/0/0] ip binding vpn-instance VPN-BLUE
[PE-A-GigabitEthernet1/0/0] ip address 10.1.1.1 24
[PE-A-GigabitEthernet1/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[PE-A-GigabitEthernet1/0/0] vrrp vrid 1 priority 120
[PE-A-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

在 PE-A 路由器上，将接口 GE2/0/0 绑定到 VPN 实例 RED，创建备份组 2，配置 PE-A 在备份组 2 中的优先级为缺省值（作为 Backup）。

```
[PE-A] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-A-GigabitEthernet2/0/0] ip binding vpn-instance VPN-RED
[PE-A-GigabitEthernet2/0/0] ip address 20.1.1.1 24
[PE-A-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 virtual-ip 20.1.1.111
[PE-A-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

在 PE-B 路由器上，将接口 GE1/0/0 并绑定到 VPN 实例 BLUE，创建备份组 1，PE-B 在备份组 1 中采用缺省优先级（作为 Backup）。

```
<PE-B> system-view
[PE-B] interface gigabitethernet 1/0/0
[PE-B-GigabitEthernet1/0/0] ip binding vpn-instance VPN-BLUE
[PE-B-GigabitEthernet1/0/0] ip address 10.1.1.2 24
[PE-B-GigabitEthernet1/0/0] vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
[PE-B-GigabitEthernet1/0/0] quit
```

在 PE-B 路由器上，将接口 GE2/0/0 绑定到 VPN 实例 RED，创建备份组 2，配置 PE-B 在备份组 2 中的优先级为 120（作为 Master）。

```
[PE-B] interface gigabitethernet 2/0/0
[PE-B-GigabitEthernet2/0/0] ip binding vpn-instance VPN-RED
[PE-B-GigabitEthernet2/0/0] ip address 20.1.1.2 24
[PE-B-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 virtual-ip 20.1.1.111
[PE-B-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 2 priority 120
[PE-B-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

(7)　验证配置效果

在 PE-A 和 PE-B 上执行 **display ip routing-table vpn-instance** 命令，可以看到：PE-A 的 VPN 路由表中有一条目的地址为虚拟 IP 地址的路由，PE-B 上没有该路由。

PE-A 上的显示信息如下。

```
<PE-A> display ip routing-table vpn-instance VPN-BLUE
  vpna   Route Information
 Routing Table:  VPN-BLUE   Route-Distinguisher:   100:1
Destination/Mask  Protocol Pre  Cost   Nexthop     Interface
10.1.1.0/24   DIRECT    0   0       10.1.1.1      GigabitEthernet1/0/0
10.1.1.1/32   DIRECT    0   0      127.0.0.1      InLoopBack0
10.1.1.111/32 DIRECT    0   0      127.0.0.1      InLoopBack0
... ...
```

在 RouterA 和 RouterB 上使用支持多实例的 ping 命令。

```
<PE-A> ping -vpn-instance VPN-BLUE 10.1.1.111
```

可以 Ping 通虚拟 IP 地址 10.1.1.111。

5. 配置文件

(1)　PE-A 的配置文件

```
#
 sysname PE-A
#
ip vpn-instance VPN-BLUE
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 100:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance VPN-RED
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 200:1 export-extcommunity
 vpn-target 200:1 import-extcommunity
#
```

```
 mpls lsr-id 1.1.1.1
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 ip binding vpn-instance VPN-BLUE
 ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
 vrrp vrid 1 priority 120
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 ip binding vpn-instance VPN-RED
 ip address 20.1.1.1 255.255.255.0
 vrrp vrid 2 virtual-ip 20.1.1.111
#
interface Pos3/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.1.1 255.255.255.0
 mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack1
 ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.3 as-number 100
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance VPN-BLUE
  peer 10.1.1.100 as-number 65410
  import-route direct
 #
 ipv4-family vpn-instance VPN-RED
```

```
  peer 20.1.1.100 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.1.0 0.0.0.255
  network 1.1.1.1 0.0.0.0
#
return
```

(2)　PE-B 的配置文件

```
#
 sysname PE-B
#
ip vpn-instance VPN-BLUE
 route-distinguisher 100:1
 vpn-target 100:1 export-extcommunity
 vpn-target 100:1 import-extcommunity
#
ip vpn-instance VPN-RED
 route-distinguisher 200:1
 vpn-target 200:1 export-extcommunity
 vpn-target 200:1 import-extcommunity
#
 mpls lsr-id 2.2.2.2
 mpls
  lsp-trigger all
#
mpls ldp
#
interface GigabitEthernet1/0/0
 ip binding vpn-instance VPN-BLUE
 ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 vrrp vrid 1 virtual-ip 10.1.1.111
#
interface GigabitEthernet2/0/0
 ip binding vpn-instance VPN-RED
 ip address 20.1.1.2 255.255.255.0
 vrrp vrid 2 virtual-ip 20.1.1.111
 vrrp vrid 2 priority 120
#
interface Pos3/0/0
 link-protocol ppp
 ip address 192.168.2.1 255.255.255.0
```

```
 mpls
 mpls ldp
#
interface LoopBack1
 ip address 2.2.2.2 255.255.255.255
#
bgp 100
 peer 3.3.3.3 as-number 100
 peer 3.3.3.3 connect-interface LoopBack1
 #
 ipv4-family unicast
  undo synchronization
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 ipv4-family vpnv4
  policy vpn-target
  peer 3.3.3.3 enable
 #
 ipv4-family vpn-instance VPN-BLUE
  peer 10.1.1.100 as-number 65410
  import-route direct
 #
 ipv4-family vpn-instance VPN-RED
  peer 20.1.1.100 as-number 65420
  import-route direct
#
ospf 1
 area 0.0.0.0
  network 192.168.2.0 0.0.0.255
  network 2.2.2.2 0.0.0.0
#
return
```

13.5.5 配置 VRRP 快速切换功能示例

1. 组网需求

如图 13-9所示，RouterA、RouterB、SwitchA、SwitchB 和通用媒体网关 UMG 设备组成一个简单的 NGN 承载网。

其中：

- UMG 通过交换机 SwitchA 和 SwitchB 双归属到 RouterA 和 RouterB。

- RouterA 和 RouterB 之间运行 VRRP，RouterA 作为 Master，RouterB 作为 Backup。

要求当 RouterA 发生故障、或 RouterA 与 RouterB 之间的 GE 链路故障时，VRRP 主备切换的时间不超过 1 秒，以实现承载网的快速收敛。

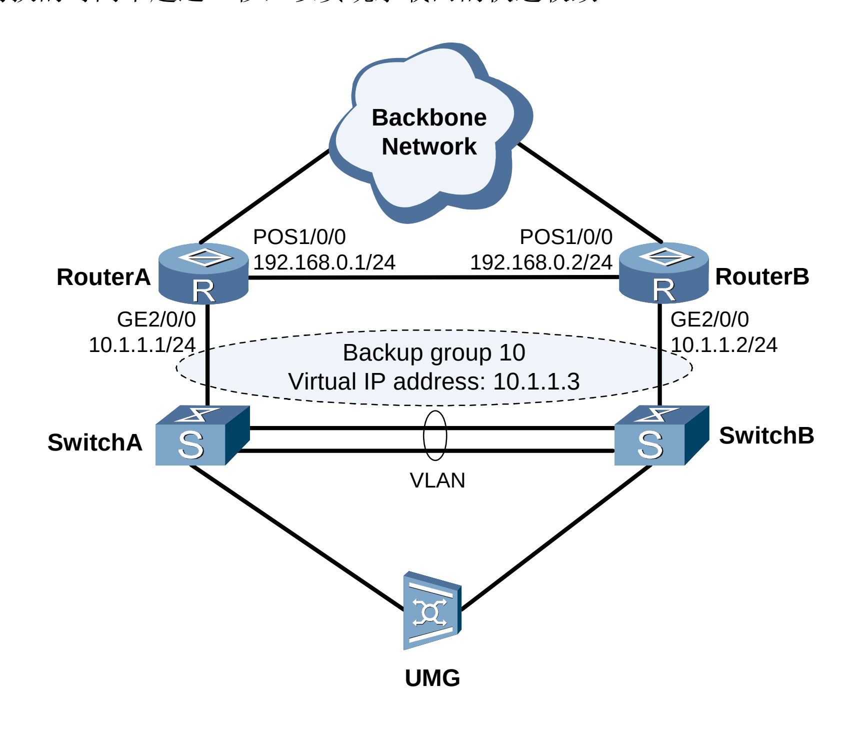


图13-9 VRRP 快速切换功能组网图

2. 配置思路

采用如下思路实现 VRRP 快速切换：

(1) 在 RouterA 和 RouterB 的 GE 接口上配置 BFD Session，同时实现对 RouterA 和下行链路 RouterA—SwitchA—SwitchB—RouterB 的监测。

(2) 在作为 Backup 的 RouterB 上配置 VRRP 监视 BFD Session，一旦 BFD Session 的状态变为 Down，RouterB 的优先级增加 40，进行主备切换。

说明：

- 本示例只介绍 RouterA 和 RouterB 上的配置。
- 如果只需要实现 RouterA 本身故障时的快速切换，上述配置思路的第一项可以改为在 RouterA 和 RouterB 直连的 POS 接口上配置 BFD Session，第二项不变。本示例不介绍这种配置。

3. 数据准备

数据规划如下：

- 本地和对端的 BFD 会话标志符
- VRRP 备份组组号、虚拟 IP 地址
- 路由器在备份组中的优先级

4. 配置步骤

(1) 配置 BFD 基本功能

在 RouterA 上配置 BFD Session。

```
<RouterA> system-view
[RouterA] bfd
[RouterA-bfd] quit
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] ip address 10.1.1.1 24
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] bfd
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] quit
[RouterA] bfd atob bind peer-ip 10.1.1.2 interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-bfd-session-atob] discriminator local 1
[RouterA-bfd-session-atob] discriminator remote 2
[RouterA-bfd-session-atob] commit
[RouterA-bfd-session-atob] quit
```

在 RouterB 上配置 BFD Session。

```
<RouterB> system-view
[RouterB] bfd
[RouterB-bfd] quit
[RouterB] interface gigabitethernet2/0/0
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] ip address 10.1.1.2 24
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] bfd
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] quit
[RouterB] bfd btoa bind peer-ip 10.1.1.1 interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterB-bfd-session-btoa] discriminator local 2
[RouterB-bfd-session-btoa] discriminator remote 1
[RouterB-bfd-session-btoa] commit
[RouterB-bfd-session-btoa] quit
```

配置完成后，在 RouterA 或 RouterB 上执行 **display bfd session** 命令，可以看到 BFD Session 会话的状态为 Up。以 RouterA 的显示为例。

```
[RouterA] display bfd session all
--------------------------------------------------------------------------
Local Discr  Remote Discr  Peer IP Address  Interface Name       Cur State
```

```
--------------------------------------------------------------------------
1            2              10.1.1.2         GigabitEthernet2/0/0        Up
--------------------------------------------------------------------------
     Total UP/DOWN Session Number : 1/0
```

(2) 配置 VRRP 快速切换

创建备份组 10，配置 RouterA 在备份组 10 中的优先级为 160，为 Master。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 10 virtual-ip 10.1.1.3
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 10 priority 160
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

创建备份组 10，配置 RouterB 在备份组 10 中的优先级为 140，为 Backup。

```
[RouterB] interface gigabitethernet2/0/0
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 10 virtual-ip 10.1.1.3
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 10 priority 140
```

在 Backup 侧配置监视 BFD Session 的状态，如果 BFD Session 状态变为 Down，RouterB 的 VRRP 优先级增加 40。

```
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] vrrp vrid 10 track bfd-session 2 increased 40
[RouterB-GigabitEthernet2/0/0] quit
```

配置完成后，在 RouterA 或 RouterB 上执行 **display vrrp** 命令，可以看到 RouterA 是 Master，RouterB 是 Backup。在 RouterB 上还能看到对 BFD Session 的监测设置以及 BFD Session 的当前状态。

```
[RouterA] display vrrp
  GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 10
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.3
    PriorityRun : 160
    PriorityConfig : 160
    MasterPriority : 160
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
    Auth Type : NONE
[RouterB] display vrrp
  GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 10
    state : Backup
    Virtual IP : 10.1.1.3
    PriorityRun : 140
    PriorityConfig : 140
    MasterPriority : 160
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
```

```
    Auth Type : NONE
    Track BFD : 2  Priority increased : 40
    BFD-Session State : UP
```

(3) 验证配置效果

对 RouterA 的接口 GE2/0/0 执行 **shutdown** 操作，模拟链路故障。

```
[RouterA] interface gigabitethernet 2/0/0
[RouterA-GigabitEthernet2/0/0] shutdown
```

在 RouterB 上可以看到：VRRP 接收到 BFD 的故障报告后进行主备切换。

```
%May 10 15:48:30 2006 RouterB BFD/5/BFD:Slot=1;IO(1) BFD Session(Discr:2) FSM
Change To Down(Detect)
%May 10 15:48:30 2006 RouterB VRRP/5/BfdWarning:
 Virtual Router 10 | BFD-SESSION 2 : BFD_STATE_UP --> BFD_STATE_DOWN
%May 10 15:48:30 2006 RouterB VRRP/5/StateWarning:
 GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 10 :  BACKUP --> MASTER
```

此时在 RouterA 上执行 **display vrrp** 命令，可以看到 RouterA 的状态变为 Initialize。

```
[RouterA] display vrrp
  GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 10
    state : Initialize
    Virtual IP : 10.1.1.3
    PriorityRun : 160
    PriorityConfig : 160
    MasterPriority : 0
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
    Auth Type : NONE
```

在 RouterB 上执行 **display vrrp** 命令，可以看到 RouterB 的状态切换成 Master，BFD Session 的状态变为 Down。

```
[RouterB] display vrrp
  GigabitEthernet2/0/0 | Virtual Router 10
    state : Master
    Virtual IP : 10.1.1.3
    PriorityRun : 180
    PriorityConfig : 140
    MasterPriority : 180
    Preempt : YES   Delay Time : 0
    Timer : 1
    Auth Type : NONE
    Track BFD : 2  Priority increased : 40
    BFD-Session State : DOWN
```

5. 配置文件

(1) RouterA 的配置文件

```
#
 sysname RouterA
#
 bfd
#
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 10.1.1.1 255.255.255.0
 vrrp vrid 10 virtual-ip 10.1.1.3
 vrrp vrid 10 priority 160
bfd
#
bfd atob bind peer-ip 10.1.1.2 interface gigabitethernet2/0/0
 discriminator local 1
 discriminator remote 2
 commit
#
return
```

(2) RouterB 的配置文件

```
#
 sysname RouterB
#
bfd
#
interface GigabitEthernet2/0/0
ip address 10.1.1.2 255.255.255.0
 vrrp vrid 10 virtual-ip 10.1.1.3
 vrrp vrid 10 priority 140
 vrrp vrid 10 track bfd-session 2 increased 40
bfd
#
bfd btoa bind peer-ip 10.1.1.1 interface gigabitethernet2/0/0
 discriminator local 2
 discriminator remote 1
 commit
#
return
```

13.6 故障处理

本节包含以下内容：

- 频繁提示配置错误
- 同一个备份组内出现多个 Master 路由器
- VRRP 的状态频繁转换

13.6.1 频繁提示配置错误

1. 故障现象

控制台上频繁提示 VRRP 配置错误。

2. 分析

这表明收到一个错误的 VRRP 报文，可能原因如下：

- 备份组内的另一台路由器配置不一致
- 有的机器试图发送非法的 VRRP 报文

第一种情况可以通过修改配置解决。

第二种情况则是有些机器试图进行非法攻击，应当通过非技术手段来解决，例如，加强对机器使用的管理。另外，可以通过配置密钥更大限度的避免攻击。

3. 处理过程

步骤	操作
1	使用 **display current-configuration** 命令检查备份组内每台设备的配置，确保各设备的 VRRP 参数一致。

13.6.2 同一个备份组内出现多个 Master 路由器

1. 故障现象

同一备份组内的多台设备都为 Master。

2. 分析

这分为两种情况：

- 多个 Master 并存时间较短，这种情况是正常的。无需进行人工干预。

- 多个 Master 长时间共存，这很有可能是由于 Master 之间收不到 VRRP 报文，或者收到的报文不合法造成的。

3. 处理过程

步骤	操作
1	使用 **ping** 命令测试备份组内各 Master 设备之间是否在网络层互通。
2	使用 **display vrrp** 命令检查 VRRP 备份组内各设备上发送 VRRP 报文的时间间隔、认证方式是否一致。

13.6.3 VRRP 的状态频繁转换

1. 故障现象

VRRP 的状态频繁转换。

2. 分析

这种情况一般是由于备份组的定时器间隔时间（*adver-interval*）设置太短造成的，加大这个时间间隔或者设置抢占延迟都可以解决这种故障。

3. 处理过程

步骤	操作
1	使用 **display vrrp** 命令查看备份组内各设备发送 VRRP 报文的间隔时间，如果间隔太短，请使用 **vrrp vrid** *virtual-router-ID* **timer advertise** *advertise-interval* 命令适当调大数值。
2	使用 **display vrrp** 命令查看备份组内各设备的抢占延时，如果延时太小，使用 **vrrp vrid** *virtual-router-ID* **preempt-mode timer delay** *delay-value* 命令适当调大数值。